

サスティナブルな交通システム

Sustainable Transportation Systems



須田義大
Yoshihiro Suda

地球上の生物の中で、人類ほどモビリティが活発な生き物はないと思われる。人類の進化に密接に関係したと考えられるモビリティであるが、エネルギーとエコを考慮した新たな仕組みが求められている。モビリティの基本はパーソナルな行動である人間の歩行である。より速く、より楽に移動するための工夫として、馬などの動物利用から、動力利用の交通機械が発明された。高価な蒸気機関を有効活用することに英知を働かせて実現したのが鉄道であり、動力源の変化によって自動車を実現した。電気動力利用から電気鉄道が大きく発展した。多くの交通需要を、安全に、かつ信頼性を確保して輸送を行うことから、個別の車両をオーガナイズして運行することが求められた。それを実現したのが近代的な鉄道であり、自動車交通におけるITS(高度道路交通システム)である。今後のモビリティは、鉄道などの軌道系公共交通システム、ITS化された自動車交通と、電気動力と人力を活用したPMV(パーソナルモビリティビークル)を使い分けることになると考えられる。

これらのサスティナブルな交通システムの課題は、エネルギーの徹底的な有効活用と、効率的なオペレーションであろう。車両単体のエネルギー効率向上はもちろん進化が望まれるが、運転の仕方によって、走行エネルギーは大きく異なってくる。

本来、平面内の移動には物理学的にはエネルギーを必要としない。つまり走行エネルギーはブレーキ時に回生が重要で、必然的に電力利用が主体となる。電力貯蔵の技術は難しく、架線集電方式の電気鉄道が早くから実現した。ところが、近年のエネルギー貯蔵技術の進展はめざましく、化学エネルギーに貯蔵するニッケル水素方式、リチウムイオン方式のバッテリーによって、電気自動車が再度注目され、さらに鉄道であってもLRT(ライトレール)のような軽車両であれば走行可能となってきた。キャパシタやフライホイール、位置エネルギーの活用といった化学変化を用いない方式の展開も進められている。

地上一次の活用や現実的な車載用蓄電池が実現すると、鉄道においても架線レスによってインフラ設備の軽減というメリットも出てくる。LRTであれば駅停車で充電し、駅間を架線レス走行する。通常の鉄道ならば、駅間の架線で充電し、分岐がある駅構内で架線を廃止し、省力化と駅構内の安全性を向上させられる。

走行抵抗の低減も重要である。タイヤと路面、車輪とレールの技術革新が望まれる。鉄道における鉄車輪・鉄レールは転がり摩擦が小さいことが特徴であるが、曲線通過においては、不必要な摩擦力が発生し抵抗になる。元々鉄道車両では曲線旋回性能は一つのネックであり、LRTの本格的普及には、道路上の交差点を内回りするような半径10mを旋回可能な技術革新が求められてくる。そこで登場するのが操舵(そうだ)台車や摩擦調整材による摩擦制御技術であり、さらには、逆路面勾配(こうばい)を用いた車軸付き独立回転車輪という新方式である。車輪の路面勾配を外側にいくほど車輪半径を大きくすると、重力の復元力が自己操舵モーメントとして作用する。常識を覆す方式であるが、原理上はどんな急曲線であっても車輪とレールの滑りを最小限に抑えて、摩擦と走行抵抗をとことん軽減できる。

効率的な運行については、元々鉄道固有の技術であるが、省エネルギー運転に向けてITS技術との連携も重要になると思われる。すなわち、IT・デジタル地図と位置検知による車両制御である。無線通信や、GPS(Global Positioning System)を利用した位置検知技術の進展によって、ハードウェアとしてインフラと直接やりとりを行わなくても、車上に高精度のデジタル地図データを持ち、位置検知技術を組み合わせることによって、仮想的なインフラとの相互作用を実現できる。ナビ連動のトランスミッションの制御、サスペンションの制御や、さらには速度制御が市販乗用車で実現した。今後の交通システムの更なるイノベーションに期待したい。